Sensors & Instruments
Rua Tuiuti, 1237 - CEP: 03081-000 - São Paulo
Tel.: 11 2145-0444 - Fax.: 11 2145-0404
vendas@sense.com.br - www.sense.com.br

MANUAL DE INSTRUÇÕES

Repetidor Analógico Duplo Canal
KD - 221HT/Ex

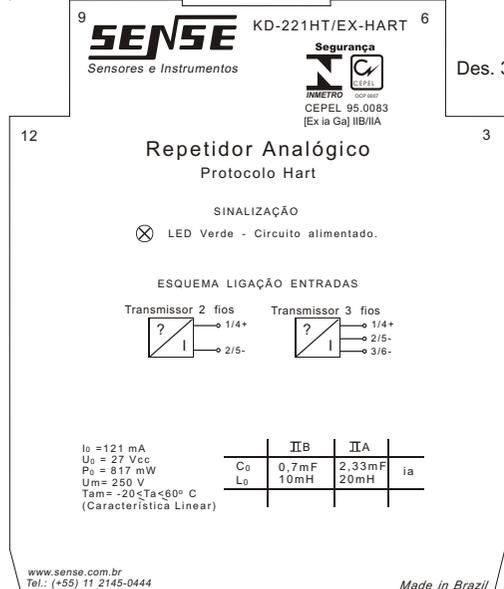
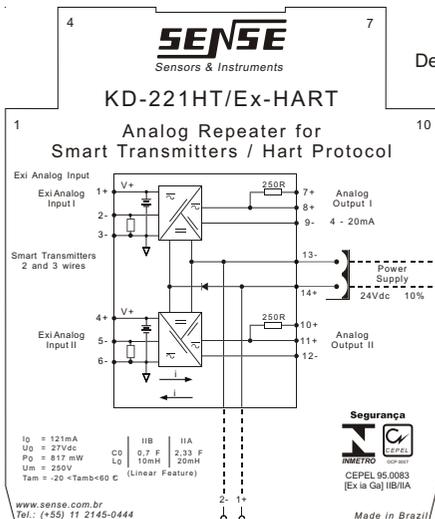
Fig. 1

Função:

O repetidor analógico tem por finalidade proteger transmissores de corrente, inteligentes ou não, instalados em áreas potencialmente explosivas, livrando-os de qualquer risco de ignição, quer por efeito térmico ou faisca elétrica.

Diagrama de Conexões:

Des. 2

Des. 3

Descrição de Funcionamento:

O repetidor analógico Exi, possui duas entradas intrinsecamente segura para transmissores a dois ou três fios, provedo-os de alimentação. Já o circuito de saída repete precisamente o sinal em corrente gerado pelo transmissor, mantendo-o totalmente desvinculado do potencial do circuito de entrada.
O módulo requer alimentação externa para que seja possível compensar as perdas causadas ao sinal, quando este passa pelo isolador galvânico.

Elemento de Campo:

O repetidor analógico foi projetado para operar com transmissores inteligentes, permitindo a passagem de pulsos digitais (tais como: Hart, Foxcom, etc) transmitidos e recebidos pelo programador, que pode ser conectado na entrada do controlador.

Fig. 4

Fixação do Repetidor:

A fixação do repetidor digital internamente no painel deve ser feita utilizando-se de trilhos de 35 mm (DIN-46277),onde inclusive pode-se instalar um acessório montado internamente ao trilho metálico (sistema Power Rail) para alimentação de todas as unidades montadas no trilho.

Fig.5

1° Com auxílio de uma chave de fenda, empurre a trava de fixação do repetidor para fora, (fig.05)

Fig. 6

2° Abaixe o repetidor até que ele se encaixe no trilho,(fig. 06)

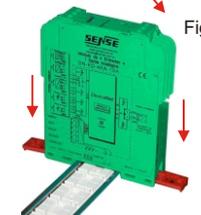



Fig. 7

3° Aperte a trava de fixação até o final (fig.07) e certifique que o repetidor esteja bem fixado.

Cuidado: Na instalação do repetidor no trilho com um sistema Power Rail, os conectores não devem ser forçados demasiadamente para evitar quebra dos mesmos, interrompendo o seu funcionamento.

Montagem na Horizontal:

Recomendamos a montagem na posição horizontal afim de que haja melhor circulação de ar e que o painel seja provido de um sistema de ventilação para evitar o sobre aquecimento dos componentes internos.

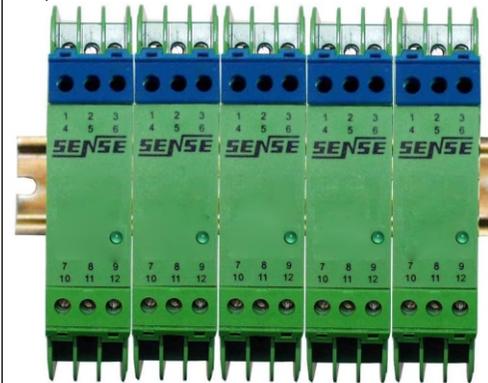



Fig. 8

Instalação Elétrica:

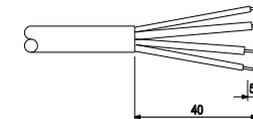
Esta unidade possui 9 bornes conforme a tabela abaixo:

Bornes	Descrição
1	Entrada Analógica 1 (+)
2	Entrada Analógica 1 (-)
3	Entrada Analógica 1 (-)
4	Entrada Analógica 2 (+)
5	Entrada Analógica 2 (-)
6	Entrada Analógica 2 (-)
7	Saída Analógica 1 (+)
8	Saída Analógica 1 (+)
9	Saída Analógica 1 (-)
10	Saída Analógica 2 (+)
11	Saída Analógica 2 (+)
12	Saída Analógica2 (-)
13	Alimentação 24Vcc (-)
14	Alimentação 24Vcc (+)

1 2 3 / 4 5 6 / 7 8 9 / 10 11 12

Tab. 9

Preparação dos Fios:

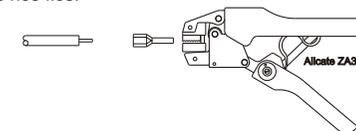
Fazer as pontas dos fios conforme desenho abaixo:

Des. 10

Cuidado ao retirar a capa protetora para não fazer pequenos cortes nos fios, pois poderá causar curto-circuito entre os fios.

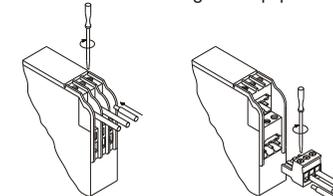
Procedimentos:

Retire a capa protetora, coloque os terminais e prense-os, se desejar estanhe as pontas para um melhor fixação.

Terminais:

Para evitar mau contato e problemas de curto-circuito, aconselhamos utilizar terminais pré isolados (ponteiras) cravados nos fios.

Des. 11

Sistema Power Rail:

Nos modelos básico KD-221/Ex as conexões dos cabos de entrada, saída e alimentação, são feitas através de bornes tipo compressão montados na própria peça.
Opcionalmente os instrumentos da linha KD, podem ser fornecidos com o sistema de conexões Plug-in. Neste sistema, as conexões são feitas em conectores tripolares que de um lado possuem terminais de compressão e do outro são conectados ao KD.
Para que o equipamento seja fornecido com o sistema plug-in, acrescente o sufixo "-P" no código do equipamento.

Des. 12

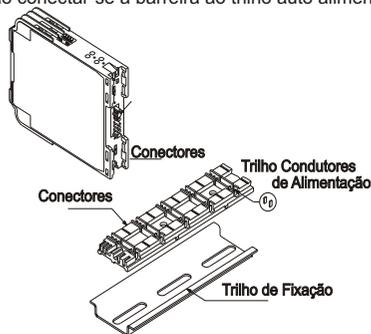
Conexão da Alimentação:

A unidade pode ser alimentada em: Tab. 13

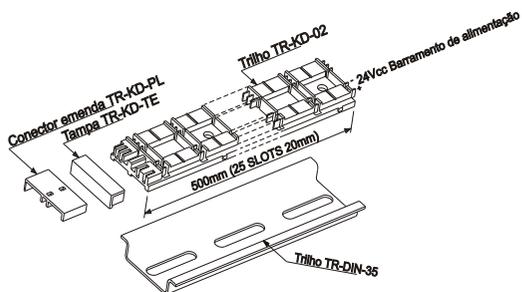
Tensão	Bornes	Consumo
24Vcc	13 e 14	70mA

Recomendamos utilizar no circuito que alimenta a unidade, uma proteção por fusível.

Sistema Power Rail:

Consiste de um sistema onde as conexões de alimentação são conduzidas e distribuidas no próprio trilho de fixação, através de conectores multipolares localizados na parte inferior do equipamento. Este sistema visa reduzir o número de conexões, pois a unidade é automaticamente alimentada em 24Vcc ao conectar-se a barreira ao trilho auto alimentado.

Des. 14

Trilho Autoalimentado tipo "Power Rail":

O trilho power rail TR-KD-02 é um poderoso conector que fornece interligação aos instrumentos conectados ao tradicional trilho 35mm. quando unidades do KD forem montadas no trilho automaticamente a alimentação 24Vcc será conectada com toda segurança e confiabilidade que os contatos banhados a ouro podem oferecer.
Nota: Recomendamos a utilização do KF-KD, nosso monitor de alimentação que tem finalidade de prover alimentação 24Vcc ao trilho, protegendo-o de sobrecarga e picos de tensão.

Des. 15

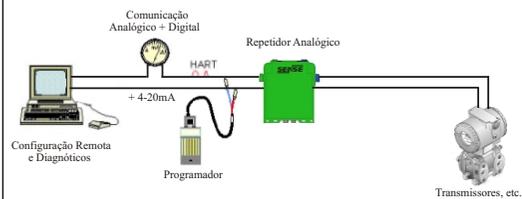
Led de Sinalização:

O repetidor possui um led na cor verde localizado no painel frontal que indica quando está alimentado.

Des. 16

Protocolo Hart:

O protocolo de comunicação HART é mundialmente reconhecido como um padrão da indústria, para comunicação de instrumentos de campo 4-20mA, indicado para configuração de transmissores. O uso dessa tecnologia vem crescendo rapidamente e hoje, todos os maiores fabricantes de instrumentação, oferecem produtos dotados de comunicação HART.

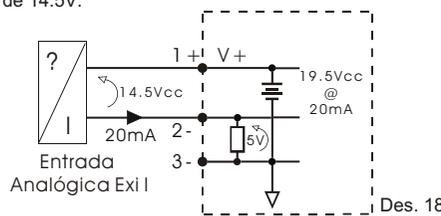
O HART é fácil de usar e fornece uma comunicação digital em dois sentidos, altamente capaz e simultâneo com o sinal 4-20mA analógico usado pelos equipamentos tradicionais da instrumentação.

Des. 17

O repetidor analógico KD-221, permite a passagem dos sinais HART, tanto de ida como de volta do instrumento de campo, sem que a segurança intrínseca seja comprometida.

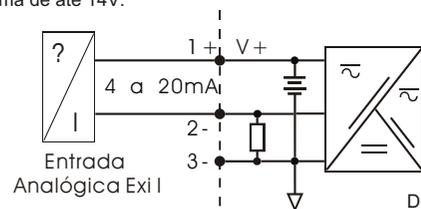
Conexão de Entrada Analógica:

As entradas analógicas deste módulo permite vários tipos de conexão, conforme descrito a seguir:

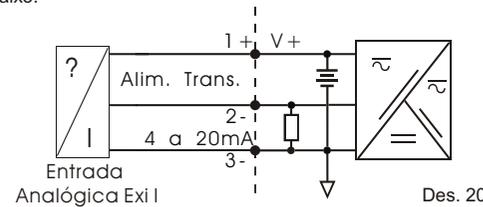
Tensão Mínima no Transmissor:

Apesar do repetidor fornecer uma tensão mínima de 19,5V na pior condição (com corrente drenada de 20mA) parte desta tensão é absorvida pelo resistor de 250 , desta forma devemos assegurar que o transmissor possa operar satisfatóriamente e sem perda de precisão com uma tensão mínima de 14.5V.

Des. 18

Transmissor a 2 Fios:

O módulo permite a conexão de transmissores de corrente 4-20mA a 2 fios, conectados conforme ilustração abaixo.
A alimentação para o transmissor é provida pelo módulo, mas o transmissor deve estar apto a trabalhar com uma tensão mínima de até 14V.

Des. 19

Transmissor a 3 Fios:

O módulo permite também a conexão de transmissores de corrente 4-20mA a 3 fios conectados conforme ilustração abaixo:

Des. 20

A alimentação está disponível para o transmissor nos bornes 1 (+) e 2 (-) e 4 (+) e 5 (-) e tem capacidade para suprir até 26mA e neste caso a tensão chegará a 20Vcc.

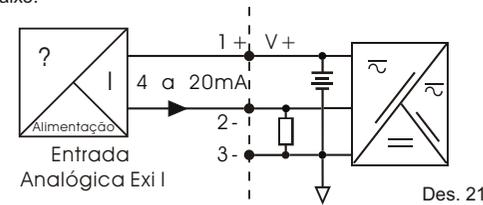
Se o transmissor requer mais corrente, o repetidor irá limitar o fornecimento, neste caso aconselhamos a utilização da configuração a 4 fios (se possível).

Transmissor a 4 Fios:

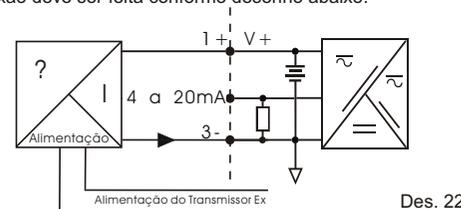
Dependendo do tipo de transmissor existe ainda a necessidade de alta potência para que o transmissor possa funcionar adequadamente, como por exemplo os medidores de nível por radar, onde a alimentação do transmissor é independente a utiliza a técnica de proteção à prova de explosão ou com segurança aumentada.

Importante: Observe o manual de instruções do fabricante do transmissor sobre as precauções de instalação para alimentação elétrica, e quando for a prova de explosão ou segurança aumentada o instrumento não pode sofrer manutenção energizados. Existe ainda 2 tipos de transmissores:

Transmissores Passivos:

Onde o transmissor requer alimentação da barreira para gerar o sinal 4-20mA, deve ser conectado conforme o desenho abaixo:

Des. 21

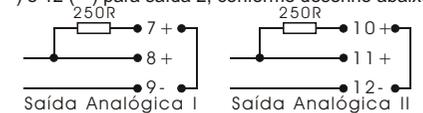
Transmissores Ativos:

Neste caso o transmissor possui uma fonte de alimentação interna que gera o sinal 4-20mA e a barreira deve se comportar como um cartão de PLC passivo, sem alimentar o loop. A conexão deve ser feita conforme desenho abaixo:

Des. 22

Circuito de Saída:

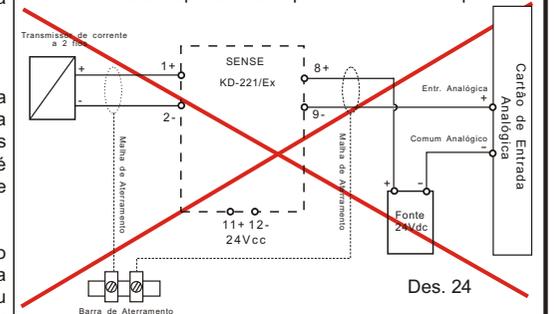
O circuito de saída repete precisamente o sinal de corrente enviado pelo transmissor, além de isolá-lo galvanicamente. O estágio de saída pode transmitir 4-20mA ou 1-5Vcc.

Circuito de Saída em Tensão:

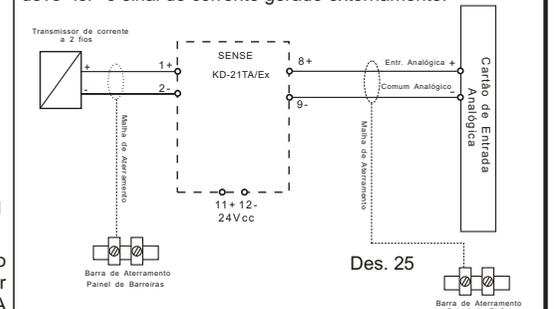
Para que a saída envie um sinal de tensão 1-5Vcc é necessário fazer um jumper do borne 7 (+) para o 9 (-) para saída 1 e 10 (+) e 12 (-) para saída 2, conforme desenho abaixo:

Des. 23

A saída 1-5Vcc está disponível nos bornes 8 (+) e 9 (-) para saída 1 e 11 (+) e 12 (-) para saída 2.

Esquema de ligação Incorreto:

O controlador lógico programável (CLP), que vai receber o sinal de saída do repetidor ***NÃO*** pode alimentar o loop.

Des. 24

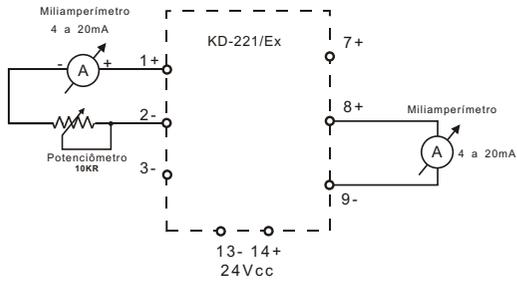
Esquema de Ligação Correto:

O próprio repetidor gera a tensão 24Vcc para alimentar o estágio de saída que gera o sinal 4-20mA.
Portanto, o controlador (CLP) não deve possuir entrada alimentada (própria para conexão direta de transmissores a 2 fios) mas a entrada do controlador deve ser passiva, ou seja, deve "ler" o sinal de corrente gerado externamente.

Des. 25

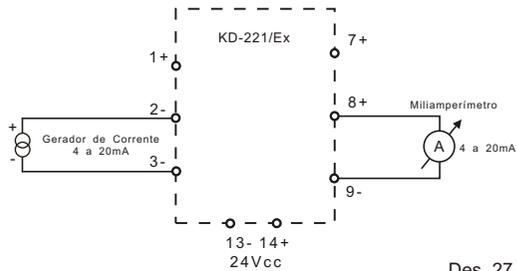
Caso não seja conhecido se a entrada do CLP ou controlador alimenta o loop, confira conectando um voltímetro na entrada que não pode indicar nenhuma tensão.
Caso o voltímetro indique uma tensão de 24Vcc então ele alimenta o loop de campo, sendo próprio para conexões diretas para transmissores, mas não em atmosferas potencialmente explosivas, pois normalmente não possue barreiras de segurança incorporadas.
Infelizmente nestes casos os cartões devem ser substituidos por modelos não alimentados para utilização com barreiras.

Teste de Funcionamento:

Para testar o funcionamento do repetidor, vamos simular um transmissor de corrente. Isto pode ser feito de duas maneiras:

Simulação com Potenciômetro:

Des. 26

- Conecte um potenciômetro 10K e um miliamperimetro nos bornes 1 (+) e 2 (-) para testar a entrada 1 e nos bornes 4 (+) e 5 (-) para testar a entrada 2.
- Conecte outro miliamperimetro nos bornes 8 (+) e 9 (-) para monitorar a corrente da saída 1 e nos bornes 11 (+) e 12 (-) para monitorar a corrente da saída 2.
- Agora alimente o repetidor nos bornes 13 (-) e 14 (+), observe que o led verde no painel frontal ira acender.
- Varie a corrente de entrada como o potenciômetro e verifique se a corrente de saída corresponde.
- Essa configuração não tem precisão para verificar a linearidade do repetidor, para isto deve se utilizar um gerador de corrente, conforme procedimento abaixo:

Simulação com Gerador de Corrente:

Des. 27

- Conecte o gerador de corrente nos bornes 2 e 3 para testar entrada 1 e nos bornes 5 e 6 para testar a entrada 2.
- Conecte um miliamperimetro nos bornes 8 (+) e 9 (-) para monitorar a corrente da saída 1 e nos bornes 11 (+) e 12 (-) para monitorar a corrente da saída 2.
- Agora alimente o repetidor nos bornes 13 (-) e 14 (+), observe que o led verde no painel frontal ira acender.
- Varie a corrente de entrada com o gerador de 4 a 20mA e verifique se a corrente de saída corresponde.
- Calcule a diferença percentual de variação entre a entrada e saída através da fórmula

$$P\% \quad \frac{Iout \quad Iin}{20mA} \quad 0{,}1\%$$

- Utilize a fórmula para cada valor de corrente e anote os valores em %, verificando se o maior percentual de erro está abaixo do erro máximo do instrumento que é de 0,1%.

Malha de Aterramento:

Um dos pontos mais importantes para o bom funcionamento do transmissor e pricipalmente com comunicação HART, é a blindagem dos cabos, que tem como função básica impedir que cabos de força possam gerar ruídos elétricos reduzidos que interfiram nos sinais.

Nota: Aconselhamos que o cabo da comunicação HART seja conduzido separadamente dos cabos de potência, e não utilizem o mesmo bandeijamento ou eletroduto.

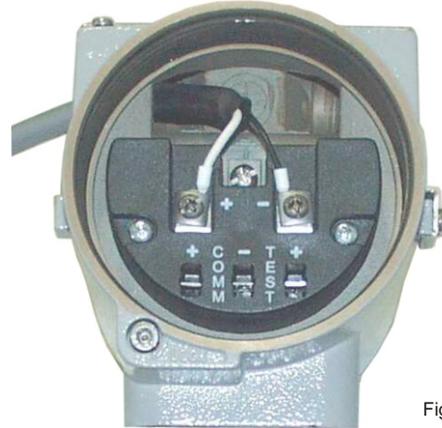



Fig. 28

Para que a blindagem possa cumprir sua missão é de extrema importância que seja aterrada somente em um única extremidade.

Blindagem dos Instrumentos no Painel:

A blindagem dos cabos que chegam do instrumento de campo ao painel, não devem ser ligados ligados aos módulos. O painel deve possuir uma barra de aterramento com bornes suficientes para receber todas as blindagens individuais dos cabos dos instrumentos de campo. Esta barra deve também possuir um borne de aterramento da instrumentação, através de um cabo com bitola adequada.

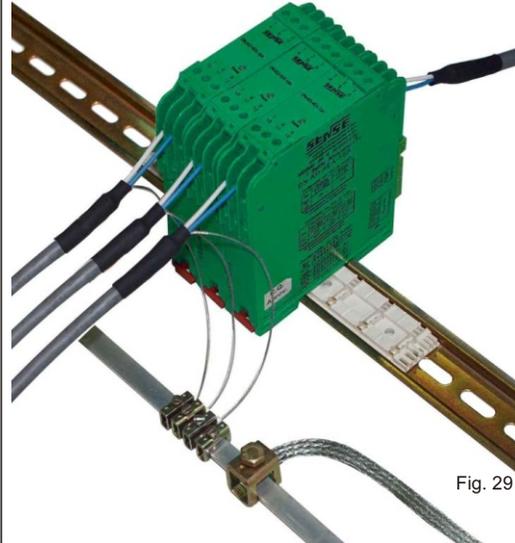



Fig. 29

Segurança Intrínseca:

Conceitos Básicos:

A segurança intrínseca é um dos tipo de proteção para instalação de equipamentos elétricos em atmosferas potencialmente explosivas, encontrados nas indústrias químicas e petroquímicas.

Não sendo melhor nem pior que outros tipos de proteção, simplesmente mais adequada a instalação, devido a sua filosofia de concepção.

Princípios:

O princípio básico da segurança intrínseca apoia-se na manipulação e armazenagem de baixa energia, de forma que o circuito instalado na área classificada nunca possua energia suficiente (manipulada, armazenada ou convertida em calor) capaz de provocar a detonação da atmosfera potencialmente explosiva.

Em outros tipos de proteção, os principios baseiam-se em evitar que a atmosfera explosiva entre em contato com a fonte de ignição dos equipamentos elétricos, o que se diferencia da segurança intrínseca, onde os equipamentos são projetados para atmosfera explosiva.

Visando aumentar a segurança, os equipamentos são projetados prevendo-se falhas (como conexão de tensão acima do valor nominal) sem colocar em risco a instalação, que aliás trata-se de instalação elétrica comum sem a necessidade de utilizar cabos especiais ou eletrodutos metálicos com suas unidades seladoras.

Concepção:

A execução física de uma instalação intrinsecamente segura necessita de dois equipamentos:

Equipamento Instrinsecamente Seguro:

É o instrumento de campo (ex: sensores de proximidade, transmissores de corrente, etc.) onde principalmente são controlados os elementos armazenadores de energia elétrica e efeito térmico.

Equipamento Intrinsecamente Seguro Associado:

É instalado fora da área classificada e tem como função básica limitar a energia elétrica no circuito de campo, exemplo: repetidores digitais e analógicos, drives digitais e analógicos.

Confiabilidade:

Como as instalações elétricas em atmosferas potencialmente explosivas provocam risco de morte humana e patrimônios, todos os tipo de proteção estão sujeitos a serem projetados, construídos e utilizados conforme determinação das normas técnicas e atendendo as legislações de cada país.

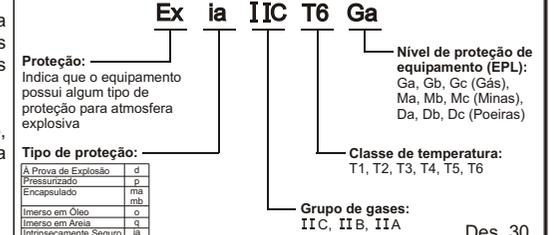
Os produtos para atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados por laboratórios independentes que resultem na certificação do produto.

O orgão responsável pela certificação no Brasil é o Inmetro, que delegou sua emissão aos Orgãos de Certificação de Produtos e credenciou o laboratório Cepel/Labex, que possui estrutura para ensaiar e aprovar equipamentos conforme as exigências das normas técnicas.

Marcação:

A marcação identifica o tipo de proteção dos equipamentos:

Tipo de proteção	
À Prova de Explosão	d
Pressurizado	p
Encapsulado	ma mb
Imerso em Óleo	o
Imerso em Areia	q
Intrinsecamente Seguro	ia ib ic
Segurança Aumentada	e
Não Acendível	n
Especial	s

Des. 30

Ex indica que o equipamento possui algum tipo de proteção para ser instalado em áreas classificadas.

i indica o tipo de proteção do equipamento:
e - à prova de explosão,
e - segurança aumentada,
p - pressurizado com gás inerte,
o, q, m - imerso: óleo, areia e resinado
i - segurança intrinseca,

Categ. a os equipamentos de segurança intrinseca desta categoriaa apresentam altos índices de segurança e parametros restritos, qualificando -os a operar em zonas de alto risco como na zona 0* (onde a atmosfera explosiva ocorre sempre ou por longos períodos).

Categ. b nesta categoria o equipamento pode operar somente na zona 1* (onde é provável que ocorra a atmosfera explosiva em condições normais de operação) e na zona 2* (onde a atmosfera explosiva ocorre por curtos períodos em condições anormais de operação), apresentando parametrização memos rígida, facilitando, assim, a interconexão dos equipamentos.

Categ. c os equipamentos classificados nesta categoria são avaliados sem considerar a condição de falha, podendo operar somente na zona 2* (onde a atmosfera explosiva ocorre por curtos períodos em condições anormais de operação).

T6 Indica a máxima temperatura de superfície desenvolvida pelo equipamento de campo, de acordo com a tabela ao lado, sempre deve ser menor do que a temperatura de ignição expontânea da mistura combustível da área.

Indice	Temp. °C
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	85°C

Tab. 31

Marcação:

Modelo	KD-221HT/Ex	
Marcação	[Ex ia Ga]	
Grupos	IIB	IIA
Lo	10mH	20mH
Co	0,7 F	2,33 F
Um= 250V Uo= 27Vcc Io=121mA Po= 817mW		
Certificado de Conformidade pelo Cepel 95.0083		

Tab. 32

Certificação:

O processo de certificação é coordenado pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia e Normalização Industrial) que utiliza a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), para a elaboração das normas técnicas para os diversos tipos de proteção.

O processo de certificação é conduzido pelos OCP's (Orgãos de Certificação de Produtos), credenciados pelo Inmetro, que utilizam laboratórios aprovados para ensaios nos produtos e emitem o Cerficado de Conformidade.

Para a segurança intrínseca o único laboratório credenciado até o momento é o Labex no centro de laboratórios do Cepel no Rio de Janeiro, onde existem instalações e técnicos especializados para executar os diversos procedimentos solicitados pelas normas técnicas, até mesmo a realizar explosões controladas com gases representativos de cada família.

Certificado de Conformidade:

A figura abaixo ilustra um certificado de conformidade emitido pelo OCP Cepel, após os testes e ensaios realizados no laboratório Cepel/Labex:

CEPEL — CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA
Organismo de Certificação Credenciado pelo INMETRO
INMETRO

Certificado de Conformidade
Certificate of Conformity / Certificado de Conformidad

Número: CEPEL-EX-014/98 — Emissão: 23/04/2000 — Validade: 22/04/2002

Produto: REPETIDORES DIGITAIS

Tipo/Modelo: KMV-120 - 110/220 V ca, KMV-121 - 110/220 V ca, KMV-122 – 110/220 V ca, KMV-123 - 110/220 V ca e KMV-124 - 110/220 V ca

Número de Série: — Número do Lote: —

Solicitante /Endereço: SENSE Eletrônica Ltda. Av. Minas Gerais 600 - Santana 37540-000 - Santa Rita do Sapucaí - MG

Fabricante / Endereço: O mesmo.

Norma(s) Aplicável(eis): NBR 9518/86 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas - Requisitos gerais; NBR 8447/89 - Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas de segurança intrínseca - Tipo de proteção 'i'.

Laboratório de Ensaio: CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. Laboratório de Acionamentos e Segurança em Equipamentos Eletroeletrônicos - AP4

Número do Relatório de Ensaio: UNIAP-EX-1206/97, UNIAP-EX-1214/97, UNIAP-EX-1212/97, UNIAP-EX-1208/97 UNIAP-EX-1210/97.

MARCAÇÃO: [BR-Ex ia/ib] IIC/IIB/IIA

Condições de Emissão: Com base na Portaria INMETRO Nº 121/96. Processo aprovado na 39ª Reunião Ordinária da Comissão de Certificação de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas - CCEX, em 17/12/1999.

Observações: 1) Este Certificado substitui o Certificado CEPEL-EX-014/98, emitido em 23/04/1998; 2) Este Certificado só é válido acompanhado dos Relatórios de Ensaio acima indicados; 3) As marcações completas são apresentadas nos Relatórios de Ensaio.

SIGNATÁRIO AUTORIZADO

Escritório de Certificação de Produtos e Serviços - ECPS - Av. Olinda s/nº - Adrianópolis - CEP 26053-121 - Nova Iguaçu - RJ - Brasil
End. Postal CEPEL - Cx. Postal 68007 - CEP 21944-970 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Fig. 33

Conceito de Entidade:

O conceito de entidade é quem permite a conexão de equipamentos instrisecamente seguros com seus respectivos equipamentos associados.

A tensão, corrente ou potência que o equipamento intrinsecamente seguro pode receber e manter-se ainda intrinsecamente seguro, deve ser maior ou igual a tensão, corrente ou potência máxima fornecida pelo equipamento associado.

Adicionalmente, a máxima capacitância e indutância do equipamento intrinsecamente seguro, incluindo-se os parâmentos dos cabos de conexão, deve ser maior ou igual a máxima capacitância e indutância que pode ser conectada com segurança ao equipamento associado.

Se estes critérios forem empregados, então a conexão pode ser implementada com total segurança, independente do modelo e do fabricante dos equipamentos.

Parâmetros de Entidade:

Uo Ui
Io Ii
Po Pi
Lo Li + Lc
Co Ci + Cc

Ui, Ii, Pi: máxima tensão, corrente e potência suportada pelo instrumento de campo.

Lo, Co: máxima indutância e capacitância possível de se conectar a barreira.

Li, Ci: máxima indutância e capacitância interna do instrumento de campo.

Lc, Cc: valores de indutância e capacitância do cabo para o comprimento utilizado.

Aplicação de Entidade:

Para exemplificar o conceito de entidade, vamos supor o exemplo da figura abaixo, onde temos um sensor Exi conectado a um repetidor analógico com entrada Exi.

Os dados paramétricos dos equipamentos foram retirados dos respectivos certificados de conformidade do Inmetro/Cepel, e para o cabo o fabricante informou a capacitância e indutância por unidade de comprimento.

Des. 34

Marcação do Equipamento e Elemento de Campo:

Equipamento	Elemento de Campo
Uo = 28V	Ui < 47V
Io = 86mA	Ii < 110mA
Po = 0,6W	Pi < 861mW
Co = 130nF	Cc < 10nF
Lo = 5mH	Lc < 0,1mH

Tab. 35

Cablagem de Equipamentos SI:

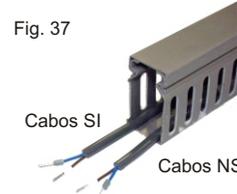
A norma de instalação recomenda a separação dos circuitos de segurança intrínseca (SI) dos outros (NSI), evitando que curto-circuitos acidentais dos cabos, não elimine a barreira limitadora do circuito, colocando a instalação em risco.

Requisitos de Construção:

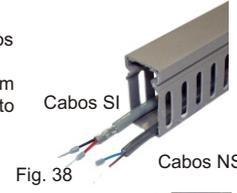
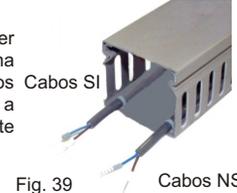
- A rigidez dielétrica deve ser maior que 500Uef.
- O condutor deve possuir isolante de espessura: 0,2mm.
- Caso tenha blindagem, esta deve cobrir 60% da superfície.
- Recomenda-se a utilização da cor azul para identificação dos circuitos: em fios, bornes, canaletas e caixas.

Canaletas Separadas:

Os cabos SI podem ser separados dos cabos NSI através de canaletas separadas, indicado para fiações internas de gabinetes e armários de barreiras.

Fig. 36 Fig. 37

Cabos Blindados:

Pode-se utilizar cabos bindados em uma mesma canaleta.
No entanto, os cabos SI devem possuir malha de aterramento devidamente aterradas.

Fig. 38

Amarração dos Cabos:

Os cabos SI e NSI podem ser montados em uma mesma canaleta, desde que separados com uma distância superior a 50mm e devidamente amarrados.

Fig. 39

Separação Mecânica:

A separação mecânica entre os cabos SI e NSI é uma forma simples e eficaz para separação dos circuitos.
Quando utiliza-se canaletas metálicas deve-se aterrar junto as estruturas metálicas.

Fig. 40

Multicabos:

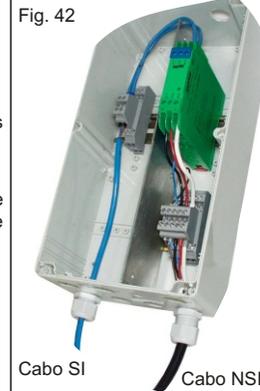
Cabo multivias com vários circuito SI não devem ser utilizados em zona 0, sem estudo de falhas.

Nota: pode-se utilizar multicabo sem restrições se os pares SI possuirem malha de aterramento individual.

Fig. 41

Caixas e Paineis:

A separação entre os circuitos SI e NSI também podem ser feitas por placas de separação metálicas ou não, ou por uma distância maior que 50mm, conforme ilustram as figuras:

Fig. 42 Fig. 43

Cuidados na montagem:

Além de um projeto apropriado, cuidados adicionais devem ser observados nos paineis instrinsecamente seguros, pois como ilustra a figura abaixo, que por falta de amarração dos cabos, podem ocorrer curto-circuito nos bornes SI e NSI.

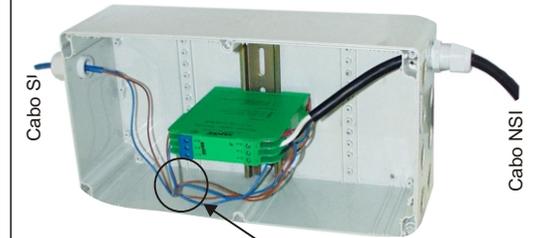



Fig. 44

Dimensões Mecânicas:

Des. 45